

Patent Abstract

GERMAN 2001-01-04, 19930779 Mikromechanisches Modul

INVENTOR(S)- Pinter, Stefan, Dr. 72762 Reutlingen DE
INVENTOR(S)- Schoefthaler, Martin, Dr. 72762 Reutlingen DE
INVENTOR(S)- Illing, Matthias, Dr. 72827 Wannweil DE
INVENTOR(S)- Schellin, Ralf 72768 Reutlingen DE
INVENTOR(S)- Baumann, Helmut, Dr. 72810 Gomaringen DE
INVENTOR(S)- Fehrenbach, Michael 72766 Reutlingen DE
INVENTOR(S)- Schubert, Dietrich, Dr. 72762 Reutlingen DE
INVENTOR(S)- Bischofpink, Georg, Dr. 72124 Pliezhausen DE

APPLICANT(S)- Robert Bosch GmbH 70469 Stuttgart DE

PATENT NUMBER- 19930779/DE-A1

PATENT APPLICATION NUMBER- 19930779

DATE FILED- 1999-07-03

DOCUMENT TYPE- A1, DOCUMENT LAID OPEN (FIRST PUBLICATION)

PUBLICATION DATE- 2001-01-04

INTERNATIONAL PATENT CLASS- B81B00300; G01P01502; G01P015125; B81B00300M2B

PATENT APPLICATION PRIORITY- 19930779, A

PRIORITY COUNTRY CODE- DE, Germany, Ged. Rep. of

PRIORITY DATE- 1999-07-03

FILING LANGUAGE- German

LANGUAGE- German NDN- 203-0478-5648-9

The invention creates a micro-mechanical module, especially an acceleration sensor, with one over a first Biegefederereinrichtung (2, 12) on a substratum (4) of springily camped seismic mass (3) which is auslenkbar in at least one direction (x) through an acceleration with what the Auslenkung is limitable through an attack equipment. The attack equipment shows camped attack (51) springily over a second Biegefederereinrichtung (50) on the substratum (4) at least one with what the second Biegefederereinrichtung (50) shows a higher Biegesteifigkeit than the first Biegefederereinrichtung (2, 12).

BEST AVAILABLE COPY

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

Offenlegungsschrift

DE 199 30 779 A 1

⑯ Int. Cl. 7:
B 81 B 3/00
G 01 P 15/02

DE 199 30 779 A 1

⑯ Aktenzeichen: 199 30 779.2
⑯ Anmeldetag: 3. 7. 1999
⑯ Offenlegungstag: 4. 1. 2001

⑯ Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

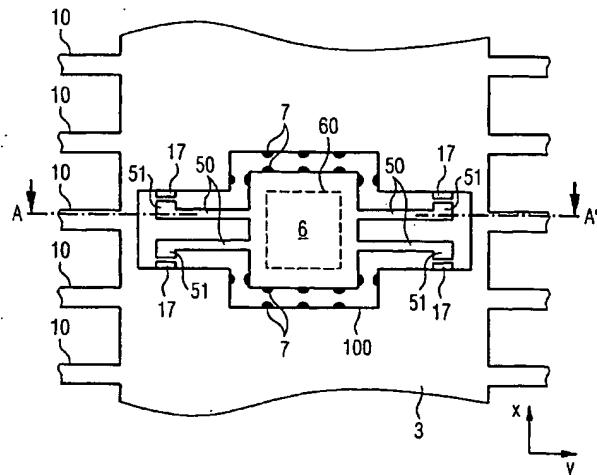
⑯ Erfinder:

Pinter, Stefan, Dr., 72762 Reutlingen, DE;
Schoefthaler, Martin, Dr., 72762 Reutlingen, DE;
Illing, Matthias, Dr., 72827 Wannweil, DE; Schellin,
Ralf, 72768 Reutlingen, DE; Baumann, Helmut, Dr.,
72810 Gomaringen, DE; Fehrenbach, Michael,
72766 Reutlingen, DE; Schubert, Dietrich, Dr., 72762
Reutlingen, DE; Bischofpink, Georg, Dr., 72124
Pliezhausen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Mikromechanisches Bauelement

⑯ Die Erfindung schafft ein mikromechanisches Bauelement, insbesondere einen Beschleunigungssensor, mit einer über eine erste Biegefedereinrichtung (2, 12) auf einem Substrat (4) federnd gelagerten seismischen Masse (3), welche durch eine Beschleunigung in mindestens einer Richtung (x) auslenkbar ist, wobei die Auslenkung durch eine Anschlagseinrichtung begrenzbar ist. Die Anschlagseinrichtung weist mindestens einen über eine zweite Biegefedereinrichtung (50) auf dem Substrat (4) federnd gelagerten Anschlag (51) auf, wobei die zweite Biegefedereinrichtung (50) eine höhere Biegesteifigkeit als die erste Biegefedereinrichtung (2, 12) aufweist.



DE 199 30 779 A 1

Beschreibung

STAND DER TECHNIK

Die vorliegende Erfindung betrifft ein mikromechanisches Bauelement, insbesondere einen Beschleunigungssensor, mit einer über eine erste Biegefeder-Einrichtung auf einem Substrat federnd gelagerten seismischen Masse, welche durch eine Beschleunigung in mindestens einer Richtung auslenkbar ist, wobei die Auslenkung durch eine Anschlag-Einrichtung begrenzbar ist.

Obwohl auf beliebige mikromechanische Bauelemente und Strukturen, insbesondere Sensoren und Aktuatoren, anwendbar, werden die vorliegende Erfindung sowie die ihr zugrundeliegende Problematik in bezug auf einen in der Technologie der Silizium-Oberflächenmikromechanik herstellbaren mikromechanischen Beschleunigungssensor erläutert.

Beschleunigungssensoren, und insbesondere mikromechanische Beschleunigungssensoren in der Technologie der Oberflächen- bzw. Volumenmikromechanik, gewinnen immer größere Marktsegmente im Kraftfahrzeugausrüstungsbereich und ersetzen in zunehmendem Maße die bisher üblichen piezoelektrischen Beschleunigungssensoren.

Die bekannten mikromechanischen Beschleunigungssensoren funktionieren üblicherweise derart, daß die federnd gelagerte seismische Masseneinrichtung, welche durch eine externe Beschleunigung in mindestens einer Richtung auslenkbar ist, bei Auslenkung eine Kapazitätsänderung an einer damit verbundenen Differentialkondensatoreinrichtung bewirkt, die ein Maß für die Beschleunigung ist.

Es sind insbesondere Beschleunigungssensoren bekannt, bei denen die Auslenkung der seismischen Masse durch einen festen Anschlag begrenzbar ist, der beispielsweise in einer Aussparung der seismischen Masse untergebracht ist.

Als nachteilhaft bei den bekannten Beschleunigungssensoren hat sich die Tatsache herausgestellt, daß die seismische Masse als Mittelelektrode an solchen festen Anschlägen nach Überlast-Beschleunigungen aufgrund von Adhäsionskräften und/oder aufgrund von elektrostatischen Kräften, welche von Aufladungen herrühren, haften bleiben kann, da die Rückstellkraft der Federn zu gering ist.

Andererseits würde eine Erhöhung der Rückstellkraft der Federn die Meßempfindlichkeit nachteilig beeinflussen.

VORTEILE DER ERFINDUNG

Das erfindungsgemäße mikromechanische Bauelement mit den Merkmalen des Anspruchs 1 weist den Vorteil auf, daß die federnd gelagerten mechanischen Anschlüsse das Haftenbleiben der seismischen Masse an den Anschlägen wirksam verhindern.

Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Idee besteht darin, daß die Anschlag-Einrichtung mindestens einen über eine zweite Biegefeder-Einrichtung auf dem Substrat federnd gelagerten Anschlag aufweist. Zweckmäßigerverweise weist die zweite Biegefeder-Einrichtung eine höhere Biegesteifigkeit als die erste Biegefeder-Einrichtung auf, ist also eine "harte" Feder.

In den Unteransprüchen finden sich vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des in Anspruch 1 angegebenen mikromechanischen Bauelements.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung weist die Anschlag-Einrichtung mindestens einen fest auf dem Substrat federnd gelagerten Anschlag auf. Somit hat man eine Kombination von einem federnden und einem festen Anschlag.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist der auf dem Substrat federnd gelagerte Anschlag über die

zweite Biegefeder-Einrichtung mit dem fest auf dem Substrat gelagerten Anschlag verbunden ist. Dadurch ist keine zusätzliche Substratverankerung für den federnd gelagerten Anschlag erforderlich.

5 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die Anschlag-Einrichtung in einer Aussparung in der seismischen Masse vorgesehen. Dies erspart Platz und ermöglicht eine geschützte Unterbringung der Anschlag-Einrichtung.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist die 10 Anschlag-Einrichtung derart gestaltet, daß bei einem ersten Auslenkungsbetrag der federnd gelagerte Anschlag in Wirkung tritt und bei einem zweiten Auslenkungsbetrag der fest gelagerte Anschlag, wobei der erste Auslenkungsbetrag kleiner als der zweite Auslenkungsbetrag ist. Somit wird die 15 seismische Masse zuerst abgebremst, bevor sie an den festen Anschlag gerät, wo sie abrupt gestoppt wird. Dabei sollte die Vorspannung der elastischen Anschläge so dimensioniert sein, daß ein Haftenbleiben verhindert ist.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist 20 die Anschlag-Einrichtung einen oder mehrere Vorsprünge auf, auf die die Anschlagswirkung konzentriert ist. Dies reduziert die Gefahr der Haftenbleibens weiter, da die Auflagefläche auf wenige Punkte limitiert ist.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung ist der 25 Abstand der Vorsprünge im Bereich des oder der federnd gelagerten Anschlages geringer als im Bereich des oder der fest gelagerten Anschlages.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist 30 die die Anschlag-Einrichtung einen fest auf dem Substrat in einer Aussparung in der seismischen Masse gelagerten Anschlag auf, von dem sich die zweite Biegefeder-Einrichtung in eine Aussparung einer seitlich daran angebrachten beweglichen Elektrode erstreckt, wobei der federnd gelagerte Anschlag im wesentlichen am Ende der zweiten Biegefeder-Einrichtung vorgesehen ist. Dies hat den Vorteil, daß die 35 zweite Biegefeder-Einrichtung länger gestaltet werden kann, und daher ihre Biegesteifigkeit genauer einstellbar ist.

ZEICHNUNGEN

40 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen:

45 Fig. 1 eine Aufsicht auf einen Beschleunigungssensor gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 einen Querschnitt durch den Beschleunigungssensor nach Fig. 1 entlang der Linie A-A';

Fig. 3 eine Aufsicht auf einen Beschleunigungssensor gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 eine Aufsicht auf einen bekannten Beschleunigungssensor;

Fig. 5 die Masseanschläge 6 der Fig. 4 in vergrößerter 55 Darstellung;

Fig. 6 einen Querschnitt durch den Beschleunigungssensor nach Fig. 4 entlang der Linie III-III; und

Fig. 7 einen Querschnitt durch den Beschleunigungssensor nach Fig. 4 entlang der Linie IV-IV.

60 BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Komponenten.

65 Zur näheren Erläuterung der der Erfindung zugrundeliegenden Problematik wird zuerst mit Bezug auf Fig. 4 bis 6 der Aufbau eines bekannten Beschleunigungssensors näher erläutert.

In der Fig. 4 ist eine Aufsicht auf einen bekannten Beschleunigungssensor und den Fig. 5 und 6 sind Querschnitte durch den Beschleunigungssensor nach Fig. 4 entlang der Linien III bzw. IV gezeigt.

Der in der Fig. 4 gezeigte Beschleunigungssensor 1 ist auf einem in der Fig. 4 nicht dargestellten Substrat 4 angeordnet, welches jedoch in den Querschnitten der Fig. 5 und 6 dargestellt ist.

Der Beschleunigungssensor 1 weist ein Federmassenystem auf, welches aus Federelementen 2 und einer seismischen Masse 3 gebildet ist. Wie in der Fig. 4 zu erkennen ist, ist das Federelement 2 aus einer Vielzahl von Teilstoffelementen 12 aufgebaut. Die seismische Masse 3 ist durch mehrere Verbindungsstege 13 mit einem ersten dieser Teilstoffelemente 12 verbunden. Die Teilstoffelemente 12 sind entweder jeweils an ihren äußeren Enden oder in ihrer Mitte durch Verbindungsstege 13 verbunden. Ausgehend von der seismischen Masse 3 ist ein erstes Teilstoffelement 12 mittels dreier Verbindungsstege 13 in der Mitte des Teilstoffelements 12 mit der seismischen Masse 3 verbunden. Dieses erste Teilstoffelement 12 ist dann mittels Verbindungsstegen 13, die im äußeren Bereich der Teilstoffelemente liegen, mit einem zweiten Teilstoffelement 12 verbunden, welches dann mittels dreier Verbindungsstege in der Mitte mit einem dritten Teilstoffelement verbunden ist. Das dritte Teilstoffelement 12 ist dann durch äußere Verbindungsstegen 13 mit einem vierten Teilstoffelement 12 verbunden, welches durch Verbindungsstege 13 in der Mitte mit einem Lager 8 verbunden ist.

Ein Lager 8 ist fest mit dem Substrat 4 verbunden, wie dieser beispielsweise in der Fig. 7 zu erkennen ist.

In der Fig. 7 wird ein Querschnitt durch das Lager 8 gezeigt, welches durch die Schichten 21 und 20 fest mit dem Substrat 4 verbunden ist. Die genaue Funktion der Schichten 21 und 20 werden noch später genauer erläutert.

Weiterhin zeigt die Fig. 7 noch einen Querschnitt durch die Teilstoffelemente 12 und durch Teile der seismischen Masse 3. Wie in der Fig. 7 klar zu erkennen ist, sind die Teilstoffelemente 12 und die seismische Masse 3 mechanisch, nicht unmittelbar, mit dem Substrat 4 verbunden, sondern weisen einen Abstand zum Substrat 4 auf. Die Teilstoffelemente 12 und die seismische Masse 3 sind ausschließlich über das Lager 8 mechanisch mit dem Substrat 4 verbunden. Diese Teile können daher auch durch einwirkende Beschleunigungs Kräfte relativ zum Substrat verschoben werden. Durch entsprechende Auslegung der Steifigkeit der Federelemente wird dabei die Empfindlichkeit gegenüber Beschleunigungs Kräften eingestellt.

Wie in der Aufsicht der Fig. 4 zu erkennen ist, ist die seismische Masse 3 an zwei Seiten mittels Federelementen 2 an Lagern 8 befestigt. Die Federelemente 2 weisen dabei Teilstoffelemente 12 auf, die in Y-Richtung sehr lang sind und somit in X-Richtung eine geringe Steifigkeit aufweisen. Es wird so sichergestellt, daß bei kleinen Beschleunigungen in X-Richtung eine Auslenkung der Federelemente 12 bzw. der seismischen Masse 3 erfolgt. An der seismischen Masse 3 sind eine Vielzahl von beweglichen Elektroden 10 befestigt, die beispielsweise, wie in der Fig. 4 gezeigt wird, senkrecht zur X-Richtung ausgerichtet sind. Parallel zu diesen beweglichen Elektroden 10 sind feststehende Elektroden 11 vorgesehen, die jeweils durch ein Lager 8 fest mit dem Substrat 4 verbunden sind. In der Fig. 4 wird aus Vereinfachungsgründen nur eine einzige dieser feststehenden Elektroden 11 mit einem dazugehörigen Lager 8 gezeigt. Weiterhin werden in der Fig. 4 nur einige wenige bewegliche Elektroden 10 gezeigt, die nur für die linke Seite der seismischen Masse 3 vollständig dargestellt sind. Auch dies erfolgt aus Gründen der Vereinfachung.

Die beweglichen Elektroden 10 und die feststehenden Elektroden 11 sind elektrisch gegeneinander isoliert und bilden so Plattenkondensatoren, deren Kapazität sich in Abhängigkeit von der in X-Richtung wirkenden Beschleunigung ändert. Durch Messung der Kapazität kann so die Beschleunigung gemessen werden.

Auf Grund der langen Ausdehnung der Teilstoffelemente 12 in Y-Richtung, weisen die Federelemente 2 in X-Richtung eine sehr geringe Steifigkeit auf. Weiterhin ist auch die Steifigkeit in Z-Richtung, d. h. senkrecht zum Substrat 4, nur gering. Da ein Beschleunigungssensor der beispielsweise für einen Meßbereich bis zur einfachen Erdbeschleunigung ausgelegt ist, auch sehr große Stoßbeschleunigungen tolerieren muß, sind eine Vielzahl von Anschlägen vorgesehen. Wie in der Fig. 4 zu erkennen ist, sind innerhalb der seismischen Masse 3 Masseanschläge 6 vorgesehen, die die Auslenkungen der seismischen Masse 3 parallel zum Substrat in X-Richtung und in Y-Richtung beschränken. Die Federelemente 2 sind weiterhin noch von Federanschlägen 5 umgeben, die ausgehend von den Lagern 8 sich von allen Seiten um die Teilstoffelemente 12 herum erstrecken.

In der Fig. 5 sind die Masseanschläge 6 der Fig. 4 vergrößert dargestellt. Bei den Masseanschlägen 6 handelt es sich um Strukturen, die fest mit dem Substrat 4 verbunden sind, wie dies beispielsweise in der Fig. 7 im Querschnitt dargestellt wird. Wie in der Fig. 5 zu erkennen ist, werden die Masseanschläge 6 vollständig von der seismischen Masse 3 umgeben, so daß durch die Masseanschläge 6 die Bewegungen der seismischen Masse 3 in jeder Richtung parallel zum Substrat 4, d. h. in X- und Y-Richtung beschränkt wird.

Sowohl in der seismischen Masse 3 wie auch in den Masseanschlägen 6 sind Vorsprünge 7 angeordnet durch die sichergestellt wird, daß es dabei nur an einzelnen Punkten, nämlich nur an den Vorsprüngen 7, zu einem Kontakt zwischen der seismischen Masse 3 und den Anschlägen 6 kommt. Der Abstand der Vorsprünge ist insbesondere in X-Richtung dabei so gewählt, daß er maximal 1/2 bis 3/4 des Abstandes zwischen den beweglichen Elektroden 10 und den feststehenden Elektroden 11 beträgt.

Die Funktions- und Wirkungsweise der Federanschläge 5 wird nun anhand der Fig. 6 näher erläutert. Die Fig. 6 zeigt einen Querschnitt, durch den Sensor nach der Fig. 4 entlang der Linie III-III. Wie in der Fig. 6 zu erkennen ist, handelt es sich bei den Federanschlägen 5 im Vergleich zu den Teilstoffelementen 12 mechanisch vergleichsweise stabile Strukturen, die über Verbindungsschichten 21 und 20 fest mit dem Substrat 4 verbunden sind. Die Federanschläge 5 sind daher fest mit dem Substrat 4 verbunden und sind von ihrer mechanischen Ausgestaltung auch so, daß sie größere Kräfte ohne nennenswerte Verformung aufnehmen können. Wie im Querschnitt durch die Fig. 6 ebenfalls zu erkennen ist, sind die Teilstoffelemente 12 in X-Richtung relativ schlank ausgebildet. Bei einer starken Beschleunigung in X-Richtung werden daher die Federelemente 12 stark verformt und bei entsprechend starken Beschleunigungs Kräften seitlich gegen einen der Federanschläge 5 gedrückt. Eine weitere Verformung der Teilstoffelemente 12 wird jedoch verhindert, da ihre weitere Bewegung durch die mechanisch starren Federanschläge 5 begrenzt wird. Die Federanschläge schützen daher die Federelemente vor zu starken Verformungen und vor Bruch oder plastischen Verformungen. Durch die Ausbildung der Federanschläge 5 in der gleichen Höhe wie die Teilstoffelemente 12 wird sichergestellt, daß die Federanschläge 5 diese Funktion auch noch wahrnehmen können, wenn gleichzeitig Beschleunigungskomponenten in Z- und X-Richtung vorliegen.

Die Komponenten des Beschleunigungssensors 1 wie Lager 8, Federelemente 2, seismische Masse 3, bewegliche

Elektroden 10 und feststehende Elektroden 11 sind aus einem leitenden Material ausgebildet. Es wird so ermöglicht, durch Kontaktierung der Lager 8, sowohl der Lager 8 der feststehenden Elektroden 11 wie auch der Lager 8 an denen die Federelemente 2 befestigt sind, eine Messung des Sensorsignals vorzunehmen. Als leitendes Material kommt dann neben Metall insbesondere Silizium in Frage, da sich Silizium mit gut bekannten Methoden aus der Halbleiterherstellung bearbeiten lässt. Üblicherweise nimmt man dann für derartige Sensoren auch ein Substrat 4 aus Silizium, da ein derartiges Substrat vom thermischen Ausdehnungskoeffizient gut an das Silizium des Sensors angepaßt ist. Unter der Voraussetzung, daß die Sensoren aus Silizium bestehen, und auch das Substrat 4 aus Silizium besteht, wird in der Fig. 6 ein Zweischichtiger Aufbau für die Verbindungsschichten zwischen dem Sensor und dem Substrat 4 dargestellt. Die untere Schicht 20 besteht aus einem isolierenden Material wie beispielsweise Siliziumoxid, Siliziumnitrid, einem Glas oder einem Mischmaterial aus den vorgenannten Materialien. Für die zweite Schicht 21 wird hier eine Leitschicht, insbesondere aus stark dotiertem Polysilizium vorgesehen sind. Durch diese Schicht wird sichergestellt, daß die Federschläge 5 auf den gleichen Potential liegen, wie das Lager 8 und auch die Telfederelemente 12. Weiterhin haben sich diese Schichten als hervorragende mechanische Befestigungsschichten bewährt.

In der Fig. 7 wird ein Querschnitt entlang der Linie IV der Fig. 4 gezeigt. Die Fig. 7 zeigt einen Querschnitt durch ein Lager 8, durch vier Teilelemente 12, einen Bereich der seismischen Masse 3 und durch einen Masseanschlag 6. Die Isolationsschicht 20 und die Leitschicht 21 erstreckt sich ausgehend vom Lager 8 unterhalb der Telfederelemente 12, und der seismischen Masse 3 bis zum Masseanschlag 6. Der Masseanschlag 6 ist so mechanisch fest mit dem Substrat 4 verbunden. Durch die durchgehende Verbindungsschicht 21, die in der Art einer Leiterbahn ausgebildet ist, wird ein elektrischer Kontakt zwischen dem Lager 8 und dem Masseanschlag 6 hergestellt. Es wird so sichergestellt, daß auch der Masseanschlag 6 auf dem gleichen Potential liegt, wie die sie umgebende seismische Masse 3 und es werden so elektrostatische Anziehungskräfte zwischen dem Masseanschlag 6 und der seismischen Masse 3 vermieden.

Weiterhin bildet die Leitschicht 21 in der Fig. 7 einen Anschlag für die seismische Masse unter die Teilelemente 12 in Z-Richtung, durch die die Bewegung der seismischen Masse 3 bzw. der Federelemente 2 in Richtung auf das Substrat 4 hin beschränkt wird. Wesentlich ist dabei, daß die in der Fig. 7 gezeigte Leitschicht 21 bzw. Isolationsschicht 20 nur einen Teil der Oberfläche der Substrat 4 bedeckt, so daß die Kontaktfläche zwischen der seismischen Masse 3 und der Schicht 21 gering ist. Es wird so sichergestellt, daß auf Grund der geringen Berührungsfläche keine nennenswerten Adhäsionskräfte auftreten können. Da die Leitschicht 21 auf dem gleichen Potential wie das Lager 8 liegt, werden dadurch auch keine elektrostatischen Anziehungskräfte zwischen dieser Schicht 21 und der seismischen Masse 3 erzeugt. Die Schicht 21 bildet somit zusammen mit der Schicht 20 einen Anschlag mit dem ein unmittelbarer Kontakt der seismischen Masse 3 mit dem Substrat 4 verhindert wird. Durch die isolierende Schicht 20 wird dabei sichergestellt, daß keine elektrische Kurzschluß zwischen der seismischen Masse 3 und dem Substrat 4 gebildet wird.

In der Fig. 7 wird die Leitschicht 21 und die Isolationsschicht 20 in der Form einer Leiterbahn dargestellt, die das Lager 8 und den Masseanschlag 6 miteinander verbindet. Ebensoout können die Schichten 21 und 20 auch unter anderen Bereichen der seismischen Masse 3 angeordnet werden, sofern die Gesamtfläche deutlich geringer ist, als die Fläche

der seismischen Masse 3 und ein elektrischer Kontakt zum Lager 8 aufrechterhalten wird.

Die in der Fig. 3 gezeigten Federelemente die jeweils aus mehreren Telfederelementen 12 aufgebaut sind, werden jeweils durch mehrere Verbindungsstege 13 miteinander verbunden. Durch die Verwendung von mehrfachen Verbindungsstegen 13 wird eine große Bruchfestigkeit dieser Verbindungen der einzelnen Telfederelemente gewährleistet.

Jetzt wird eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf Fig. 1 und 2 näher erläutert. Dabei zeigt Fig. 1 eine Aufsicht auf den Beschleunigungssensor gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und Fig. 2 einen Querschnitt durch den Beschleunigungssensor nach Fig. 1 entlang der Linie A-A'.

In Fig. 1 und 2 bezeichnen zusätzlich zu den bereits eingeführten Bezeichnungen 17 Vorsprünge, 50 Federelemente der zweiten Biegefederanordnung, 51 einen Anschlag in Form eines verdickten Endes der Federelemente 50, 60 einen Verankerungsbereich des Masseanschlags 6 und 100 eine Aussparung der seismischen Masse 3.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 1 ist in der seismischen Masse 3 die Aussparung 100 vorgesehen, welche sowohl den bekannten festen Anschlag 6 beherbergt, als auch vier federnd gelagerte Anschläge 51. Die federnd gelagerten Anschläge 51 sind einteilig mit dem festen Anschlag 6 ausgebildet, und zwar in Form von davon ausgehenden Biegefedor 50, welche sich jeweils paarweise nach links bzw. rechts erstrecken. Der eigentliche Anschlag ist dabei ein Vorsprung bzw. eine Verdickung am Ende der jeweiligen Biegefeder 50. Die Biegesteifigkeit der Biegefedor 50 liegt um Größenordnungen, nämlich zweckmäßigweise um einen Faktor 1 bis 1000, über der insgesamt wirksamen Biegesteifigkeit aller Telfederelemente 12 der ersten Biegefederanordnung, mittels derer die seismische Masse federnd über dem Substrat 4 aufgehängt ist.

Die vorliegende Anordnung der federnd gelagerten Anschläge 51 ist insofern vorteilhaft, als daß Überlast-Beschleunigungen mit unterschiedlichen Vorzeichen beiderseits abgefangen werden können. Die Vorsprünge 7 an der seismischen Masse 3 bzw. den festen Anschlag 6 entsprechen denen, die aus Fig. 3 und 4 bekannt sind. Die zusätzlichen Vorsprünge 17, welche den Verdickungen an den Enden der Biegefedor 50 gegenüberliegen, sind derart dimensioniert, daß der Abstand im Bereich der federnd gelagerten Anschläge 51 geringer ist als der Abstand in dem Bereich der Vorsprünge 7 der festen Anschlag 6. Bei diesem Ausführungsbeispiel beträgt das Verhältnis des Abstandes der federnd gelagerten Anschläge zum Abstand der festen Anschläge 0,6 bzw. 0,8. Im Rahmen der technischen Randbedingungen sind grundsätzlich sämtliche Werte kleiner 1 möglich.

Wenn im Betrieb des derart aufgebauten Beschleunigungssensors eine übermäßige Beschleunigung in Richtung der X-Achse auftritt, wird die seismische Masse 3 gemäß Fig. 1 nach "oben" ausgelenkt. Dabei berühren zunächst ab einem ersten Auslenkungsbetrag die beiden unteren Vorsprünge 17 die federnd gelagerten Anschläge 51. Daraufhin werden die beiden unteren Biegefedor 50 nach oben ausgelenkt und bauen eine entsprechende Rückstellkraft auf. Bei weiterer Auslenkung wird ein Auslenkungsbetrag erreicht, an dem die Vorsprünge 7 der seismischen Masse 3 bzw. des festen Anschlages 6 einander kontaktieren. An diesem Punkt ist die Bewegung in X-Richtung endgültig gestoppt, und die in den Biegefedor 50 angesammelte Rückstellkraft erreicht ihren höchsten Wert. Dieser Wert der Rückstellkraft ist entsprechend der größeren Biegesteifigkeit als derjenigen der ersten Biegefederanordnung größer als der Wert der Rückstellkraft der ersten Biegefederanordnung. Diese

Rückstellkraft ist so bemessen, daß ein Haftenbleiben der Vorsprünge 7 aneinander verhindert ist. Läßt die Beschleunigung in X-Richtung nach, so wird die seismische Masse unter der Wirkung der Biegefeder 50 in negativer X-Richtung beschleunigt, wodurch zunächst der Kontakt der Vorsprünge 7 wegfällt. Im weiteren Verlauf der Bewegung wird die seismische Masse 3 in negativer X-Richtung weiter beschleunigt, und schließlich löst sich auch der Kontakt zwischen den Vorsprüngen 17 und den Anschlägen 51.

Diese Ausführungsform ermöglicht eine potentialfreie in 10 Erfassungsrichtung des Beschleunigungssensors federnd gelagerte mechanische Anschlüsse 51, welche ein Haftenbleiben der seismischen Masse an den Anschlägen wirksam verhindern kann.

Zum Herstellungsprozeß sei erwähnt, daß die Anschlüsse 15 in der Chipbene bzw. in der Erfassungsrichtung dadurch realisiert werden, daß man in den vorgegebenen Bereichen die seismische Masse 3 ausspart und auf dem vergraben polykristallinen Silizium über Fenster in einer Opferoxid-schicht epitaktisch verstärktes Silizium anbringt. Dieses enthält die Vorsprünge bzw. Anschlagshöcker, die durch die entsprechenden Vorsprünge an der seismischen Masse ergänzt werden. Der Abstand der Vorsprünge ist, wie gesagt, zweckmäßigerweise kleiner als der Abstand der Elektroden bzw. der Biegebalkenelemente. Typischerweise liegt der 25 Abstand bei 1/2 bis 3/4 des Elektrodenabstandes.

Fig. 3 zeigt eine Ansicht auf einen Beschleunigungssensor gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Bei dieser Ausführungsform wird die federnde Wirkung 30 der zweiten Biegefederanordnung, welche hier mit 50' bezeichnet ist, dadurch unterstützt, daß der Anschlag 61, welcher sich an deren Ende befindet, weiter weg von der Mittelachse der seismischen Masse 3 verschoben ist, also quer zur Detektionsrichtung im Bereich der beweglichen Elektroden 35 10' verbreitert.

Die Anschlagseinrichtung weist wie bei der ersten Ausführungsform den fest auf dem Substrat 4 in einer Aussparung 100 in der seismischen Masse 3 gelagerten Anschlag 6 auf.

Von diesem Anschlag 6 ausgehend erstreckt sich die 40 zweite Biegefederanordnung 50' in eine Aussparung 15 einer seitlich an der seismischen Masse 3 angebrachten beweglichen Elektrode 10'. Der federnd gelagerte Anschlag 61 ist am Ende der zweiten Biegefederanordnung 50' vorgesehen und wirkt mit in der Aussparung 15 vorgesehenen Vorsprüngen 27 zusammen. Ansonsten sind Funktion und Aufbau gleich wie bei der obigen ersten Ausführungsform.

Durch die Ausgestaltung gemäß dieser weiteren Ausführungsform existieren zur Auslegung der zweiten Biegefederanordnung 50' keine durch die Breite der seismischen Masse 3 vorgegebenen Randbedingungen.

Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Weise 55 modifizierbar.

In den obigen Beispielen ist der erfindungsgemäße Beschleunigungssensor in einfachen Formen zur Erläuterung seiner Grundprinzipien erläutert worden. Kombinationen der Beispiele und wesentlich kompliziertere Ausgestaltungen unter Verwendung derselben Grundprinzipien sind 60 selbstverständlich denkbar.

Obwohl bei der gezeigten Ausführungsform die federnd gelagerten Anschlüsse nur an zwei Seiten des festen Anschlages vorgesehen waren, sind selbstverständlich kompliziertere Anordnungen, z. B. mit federnd gelagerten Anschlägen auf allen Seiten des festen Anschlages, vorstellbar.

Weiterhin müssen die federnd gelagerten Anschlüsse nicht

über den festen Anschlag mit dem Substrat 4 verbunden sein, sondern es ist ebenfalls möglich, dafür separate Verankerungen vorzusehen. Auch kann unter Umständen der feste Anschlag ganz weggelassen werden.

5 Es können auch beliebige mikromechanische Grundmaterialien verwendet werden, und nicht nur das exemplarisch angeführte Siliziumsubstrat.

Patentansprüche

1. Mikromechanisches Bauelement, insbesondere Beschleunigungssensor, mit einer über eine erste Biegefederanordnung (2, 12) auf einem Substrat (4) federnd gelagerten seismischen Masse (3), welche durch eine Beschleunigung in mindestens einer Richtung (x) auslenkbar ist, wobei die Auslenkung durch eine Anschlagseinrichtung begrenzbar ist; dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlagseinrichtung mindestens einen über eine zweite Biegefederanordnung (50, 50') auf dem Substrat (4) federnd gelagerten Anschlag (51, 61) aufweist, wobei die zweite Biegefederanordnung (50, 50') eine höhere Biegesteifigkeit als die erste Biegefederanordnung (2, 12) aufweist.

2. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlagseinrichtung mindestens einen fest auf dem Substrat (4) gelagerten Anschlag (6) aufweist.

3. Mikromechanisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der auf dem Substrat (4) federnd gelagerte Anschlag (51, 61) über die zweite Biegefederanordnung (50, 50') mit dem fest auf dem Substrat (4) gelagerten Anschlag (6) verbunden ist.

4. Mikromechanisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlagseinrichtung in einer Aussparung (100) in der seismischen Masse (3) vorgesehen ist.

5. Mikromechanisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlagseinrichtung derart gestaltet ist, daß bei einem ersten Auslenkungsbetrag der federnd gelagerte Anschlag (51) in Wirkung tritt und bei einem zweiten Auslenkungsbetrag der fest gelagerte Anschlag (6), wobei der erste Auslenkungsbetrag kleiner als der zweite Auslenkungsbetrag ist.

6. Mikromechanisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlagseinrichtung einen oder mehrere Vorsprünge (7, 17, 27, 51) aufweist, auf die die Anschlagswirkung konzentriert ist.

7. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der Vorsprünge im Bereich des oder der federnd gelagerten Anschlages (51, 61) geringer ist als im Bereich des oder der fest gelagerten Anschlages (6).

8. Mikromechanisches Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlagseinrichtung einen fest auf dem Substrat (4) in einer Aussparung (100) in der seismischen Masse (3) gelagerten Anschlag (6) aufweist, von dem sich die zweite Biegefederanordnung (50') in eine Aussparung (15) einer seitlich daran angebrachten beweglichen Elektrode (10') erstreckt, wobei der federnd gelagerte Anschlag (61) im wesentlichen am Ende der zweiten Biegefederanordnung (50') vorgesehen ist.

- Leerseite -

FIG 1

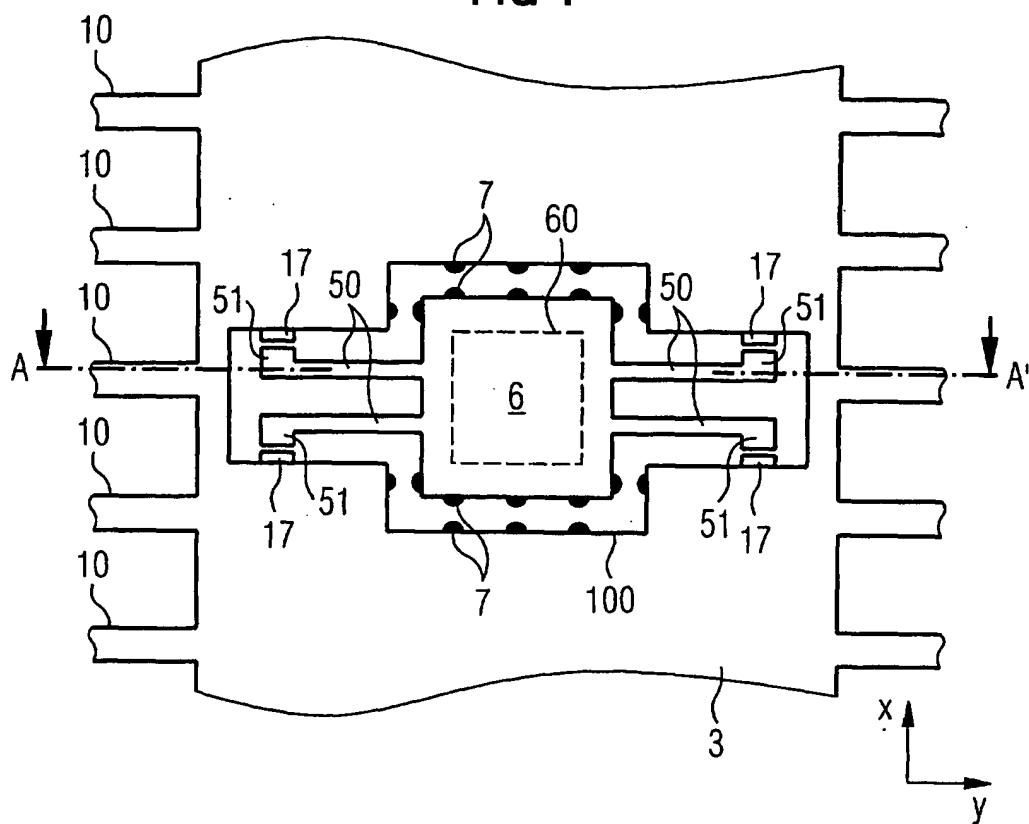


FIG 2

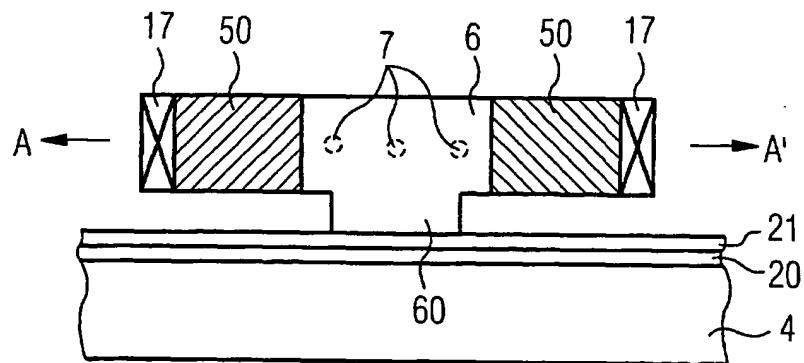


FIG 3

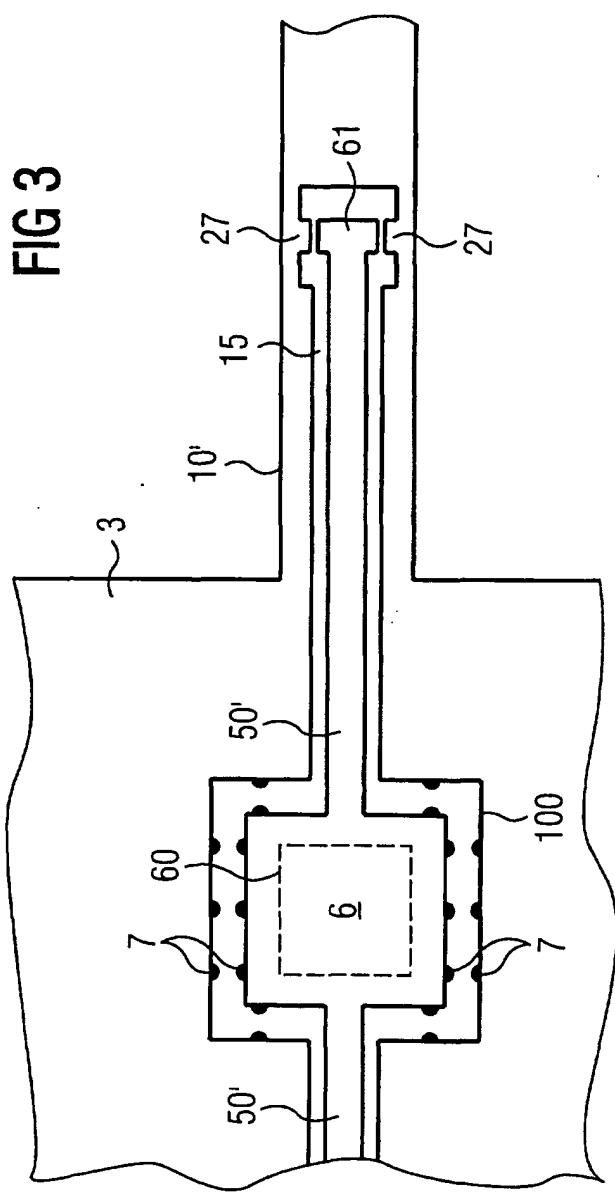


FIG 4

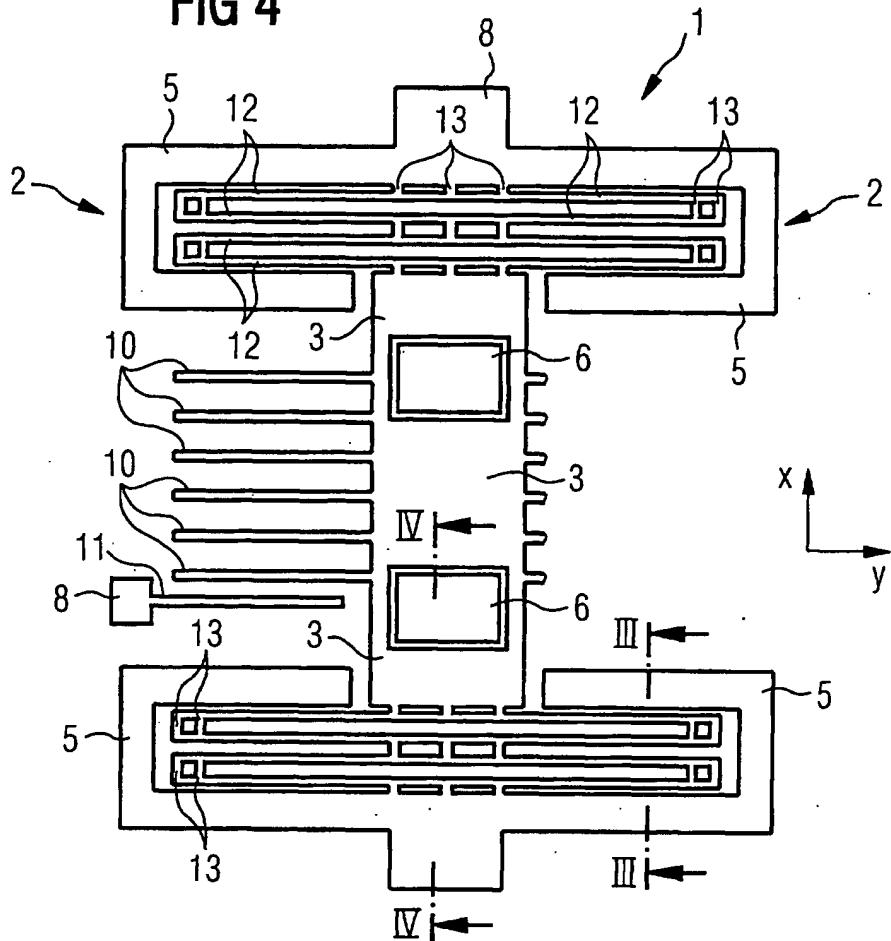


FIG 5

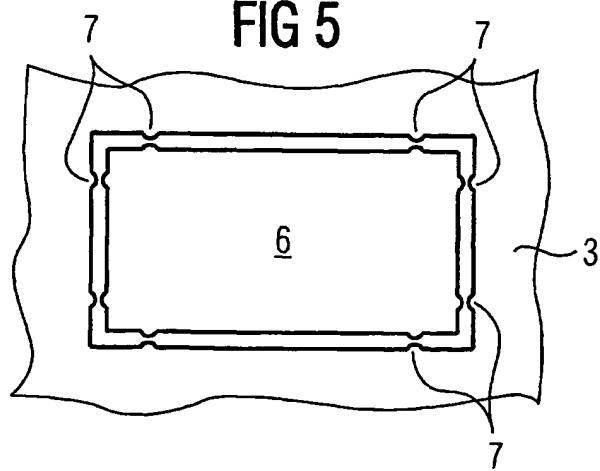


FIG 6

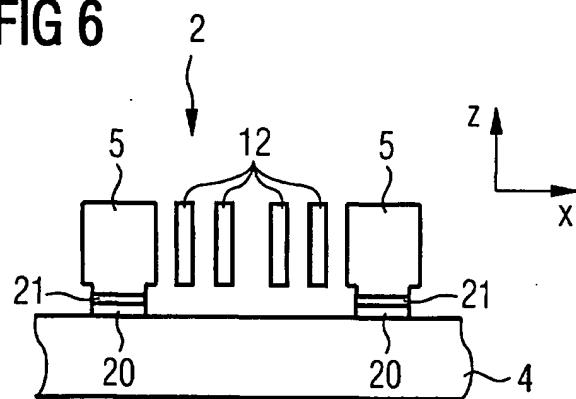
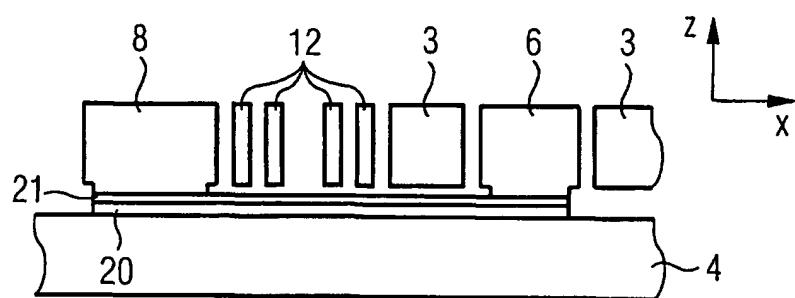


FIG 7



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

BLACK BORDERS

IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

FADED TEXT OR DRAWING

BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

SKEWED/SLANTED IMAGES

COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

GRAY SCALE DOCUMENTS

LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.